



УКРАЇНА

(19) UA (11) 30485 (13) A

(51) 6 H02M7/525

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ІМПУЛЬСНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ПОСТІЙНОЇ НАПРУГИ

(21) 98052485

(22) 13.05.1998

(24) 06.10.1998

(33) UA

(46) 15.11.2000, Бюл. № 6, 2000 р.

(72) Яськів Володимир Іванович, Гурник Олександр Петрович

(73) Яськів Володимир Іванович

(57) Імпульсний перетворювач постійної напруги, виконаний у вигляді двотактного транзисторного автогенератора із зворотнім зв'язком по напрузі, відрізняється тим, що в колі додаткового зворотнього зв'язку по напрузі через випрямний міст ввімкнено параметричний стабілізатор струму.

Винахід відноситься до області електротехніки і може бути використаний в імпульсних джерелах вторинного електроживлення середньої та підвищеної потужності з високими енергетичними показниками.

Відомий імпульсний перетворювач постійної напруги, зібраний по автогенераторній схемі, так званій схемі Роєра (див.: Севернс Р., Блум Г. Импульсные преобразователи постоянного напряжения для систем вторичного электропитания / Пер. с англ. под ред. Л.Е. Смольникова. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - С. 82). Біполярні транзистори керуються від відповідних обмоток силового трансформатора. Робота схеми ґрунтується на тому, що в кінці кожного півперіоду осердя цього трансформатора входить в насичення і напруга на обмотках керування при цьому дорівнює нулю. Через наявність залишкової енергії в осерді трансформатора відбувається зміна полярності напруг на всіх його обмотках, в результаті чого раніше відкритий транзистор переходить в стан "розімкнути", а раніше закритий - в стан "замкнуто". При перемиканні транзисторів у схемі діє додатний зворотній зв'язок по напрузі.

Основна перевага схеми Роєра - її простота. Однак суттєві недоліки обмежують її практичне використання.

По-перше, через насичення осердя трансформатора початкова індуктивність трансформатора різко зменшується. При цьому струм колектора відкритого транзистора різко зростає. В результаті суттєво збільшується пікова потужність і динамічні втрати в транзисторах. Тому схема Роєра знаходить своє застосування тільки при малих навантаженнях.

По-друге, частота генерації в схемі Роєра є функцією напруги джерела живлення. Вона також залежить від температури довкілля, яка впливає на значення індукції насичення осердя, від напруги

насичення колектор-емітер, а також від активних опорів обмоток трансформатора.

По-третє, частота генерації не може бути отримана достатньо високою через насичення осердя і необхідність зміни магнітного потоку від +Fs до -Fs.

Відомий також імпульсний перетворювач постійної напруги, в якому на відміну від схеми Роєра силовий трансформатор не задає частоту генерації (див. там же, с. 83). Дана схема також є автогенератором і відома у літературі під назвою схеми Енсена. В ній для формування сигналів керування транзисторами і отримання необхідної частоти генерації використовується допоміжний комутуючий трансформатор, на осерді якого розміщені обмотка додатного зворотного зв'язку по напрузі та обмотки керування транзисторами. Оскільки частота комутації визначається моментом насичення додаткового комутуючого трансформатора, то значно знижується рівень вимог до силового трансформатора, який в робочих режимах не досягає свого насичення. При цьому діаграми струмів через транзистори у схемі Енсена є більш близькі до ідеалізованих, що забезпечує менші втрати на транзисторах.

В загальному випадку перемагнічування будь-якого осердя здійснюється під впливом всіх сил, які створюють напруженість зовнішнього поля мінус коерцитивна сила осердя (напруженість поля повного перемагнічування на заданій частоті перемагнічування). Тобто частота генерації визначається характеристиками матеріалу осердя додаткового комутуючого трансформатора і режимом перемагнічування, який визначається параметрами кола зворотного зв'язку по напрузі і базових кіл транзисторів. Коло зворотного зв'язку по напрузі забезпечує перемагнічування осердя додаткового комутуючого трансформатора в режимі джерела струму, а обмеження швидкості перемагнічування

(19) UA (11) 30485 (13) A

здійснюється за рахунок спаду напруги на базових емітерних переходах транзисторів.

До недоліків схеми Енсена слід віднести деяку нестабільність частоти генерації, яка зумовлена залежністю параметрів базових кіл транзисторів (струм бази, напруга переходу емітер-база) від навантаження перетворювача і від температури докільця, а також втрати активної потужності на баластному резисторі в колі зворотного зв'язку по напрузі, які домірні з рештою втрат у цьому перетворювачі.

Найбільш близьким до запропонованого є імпульсний перетворювач постійної напруги, який являє собою модифікацію схеми Енсена (див.: Патент СССР № 1797731. Многоканальный источник питания. Хруслов Л.Л., Яськив В.И. Опубл. в БИ № 7, 1993). Від попереднього варіанту він відрізняється тим, що паралельно обмотці додатного зворотного зв'язку по напрузі, розміщений на трансформаторі управління, ввімкнено дросель насичення з магнітом'якого матеріалу з прямокутною петлею гістерезису, час повного перемагнічування якого визначає півперіод частоти генерації перетворювача. Перемагнічування дроселя насичення здійснюється в режимі джерела струму з обмеженням швидкості його перемагнічування спадом напруги в базових колах транзисторів. Причому для запобігання насичення осердя трансформатора управління час повного перемагнічування дроселя насичення повинен бути меншим за відповідну характеристику трансформатора управління.

За рахунок того, що з трансформатора управління видалено функцію елемента, який задає частоту генерації перетворювача, зменшено вплив навантаження на перемагнічування часозадаючого елемента (дроселя насичення). Це забезпечує значно вищу стабільність частоти генерації перетворювача.

Завдяки своїм високим експлуатаційним характеристикам, даний перетворювач успішно використовується в джерелах вторинного електроживлення середньої та підвищеної потужності (100-500 Вт).

Однак при таких вихідних потужностях, а особливо, при менших, стають відчутними втрати на баластному резисторі в колі додатного зворотного зв'язку по напрузі. Так, для перетворювача потужністю в кілька сотень Вт ці втрати знаходяться на рівні 10 Вт і складають половину, а іноді й більше (при малих вихідних потужностях) сумарних втрат перетворювача.

В основу винаходу поставлено задачу підвищення к. к. д. і рівня стабільності частоти генерації імпульсного перетворювача постійної напруги шляхом заміни у колі додатного зворотного зв'язку по напрузі баластного резистора параметричним стабілізатором струму, що дасть можливість забезпечити зменшення активних втрат в колі додатного зворотного зв'язку по напрузі на порядок, форсувати комутаційні процеси в силових транзисторах і зменшити їх залежність від навантаження, що сприятливо вплине на стабільність частоти генерації перетворювача.

У запропонованому імпульсному перетворювачі постійної напруги, який виконаний у вигляді двотактного транзисторного автогенератора із до-

датним зворотним зв'язком по напрузі замість баластного резистора через випрямний міст ввімкнено параметричний стабілізатор струму.

Таке схемотехнічне рішення дозволяє зменшити напругу на обмотці додатного зворотного зв'язку по напрузі на силовому трансформаторі майже на порядок, тим самим спрощує конструкцію силового трансформатора і забезпечує перемагнічування дроселя насичення в додатному зворотному зв'язку по напрузі перетворювача в режимі джерела струму при менших на порядок активних втратах в колі зворотного зв'язку. Крім того, наявність в схемі стабілізатора струму конденсатора ввімкненого на виході випрямного моста призводить до форсування перехідних процесів у діодах випрямного моста, що забезпечує форсований режим перемагнічування дроселя насичення і прискорює комутаційні процеси в транзисторах, робить їх незалежними від навантаження і менш чутливими до зміни вхідної напруги живлення, веде до підвищення коефіцієнта корисної дії транзисторних ключів і покращення стабільності частоти генерації перетворювача.

На кресленні (фігура) надана схема електрична принципова джерела живлення.

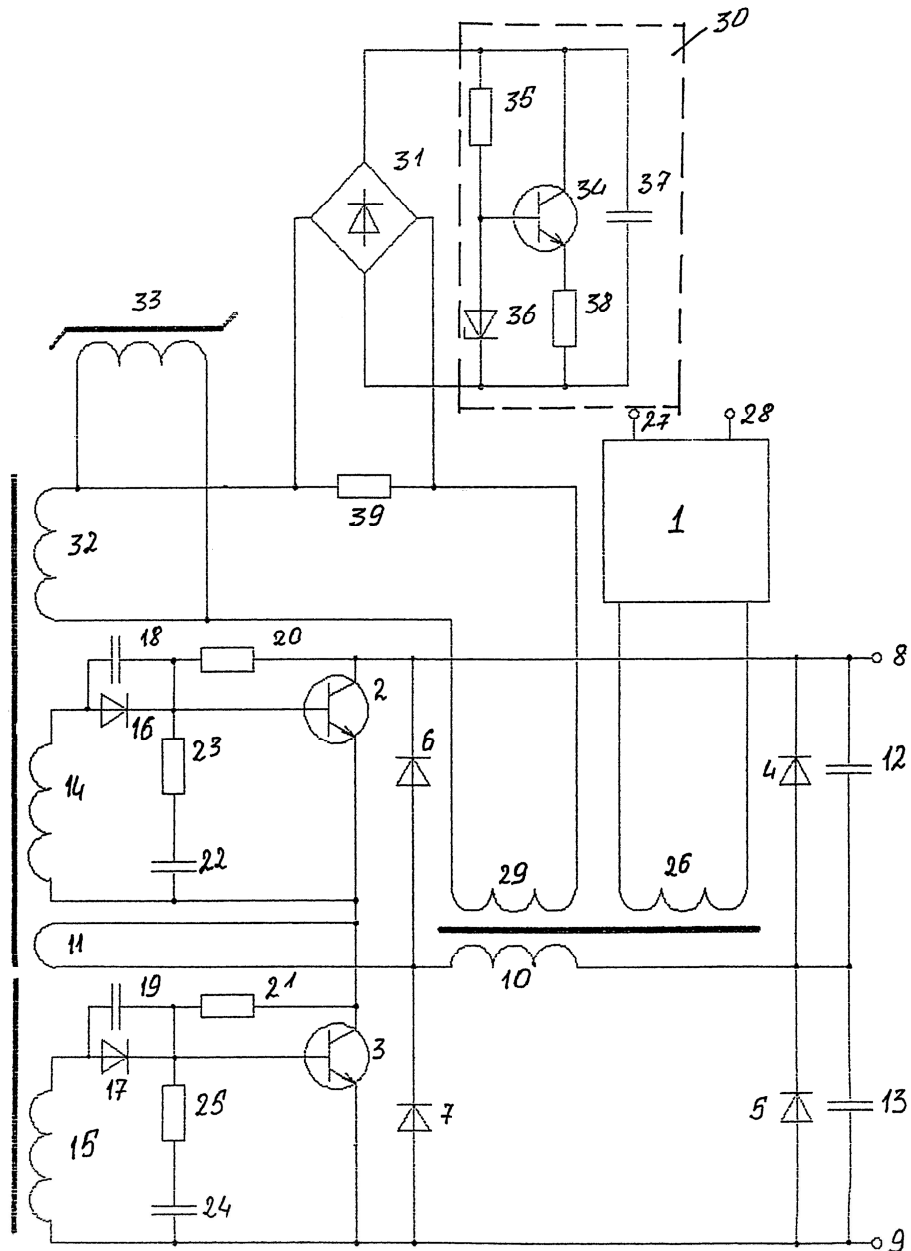
Джерело живлення складається з первинного перетворювача та стабілізатора 1, встановленого на виході перетворювача напруги. Перетворювач виконаний у вигляді двотактного автогенератора, на силових транзисторах 2, 3. Шунтуючі діоди 4-7 ввімкнені за мостовою схемою. Діагональ постійного струму моста приєднана катодами до клемми 8, анодами - до клемми 9 живлення. В діагональ змінного струму ввімкнена обмотка 10 силового трансформатора перетворювача. Суміжні діоди 6, 7 через спільну обмотку 1 зворотного зв'язку по струму ввімкнені паралельно відповідному переходу колектор-емітер транзисторів 2, 3. Суміжні діоди 4, 5 приєднані паралельно до конденсаторів 12, 13. Базове коло транзистора 2(3) утворене обмоткою 14(15) трансформатора управління та діодом 16(17), шунтуючим конденсатором 18(19), при цьому до бази діод 16(17) приєднаний катодом. Паралельно переходу колектор-база транзистора 2(3) ввімкнений резистор 20(21). Паралельно переходу емітер-база транзистора 2(3) ввімкнена ланка із послідовно з'єднаних конденсатора 22(24) та резистора 23(25). Стабілізатор 1 приєднаний до вторинної обмотки 26 вихідного трансформатора. Виходи стабілізатора приєднані до клем для приєднання навантаження 27, 28. Коло зворотного зв'язку по напрузі утворене обмоткою 29 силового трансформатора, стабілізатором струму 30, ввімкненим через випрямний міст 31 у розрив між обмоткою 29 і обмоткою 32 трансформатора управління та дроселем насичення 33, який шунтує обмотку 32 трансформатора управління. Катод випрямного моста приєднаний до колектора транзистора 34, а через резистор 35 - до бази транзистора 34. Анод моста приєднаний до катода стабілізатора 36, анод якого приєднано до бази транзистора 34, а між анодом і катодом випрямного моста 31 ввімкнено конденсатор 37. Між анодом випрямного моста 31 та емітером транзистора 34 ввімкнено струмозадаючий резистор 38. По входу випрямного моста ввімкнено шунтуючий резистор 39.

Запуск автогенератора здійснюється подачею напруги живлення через резистор 20(21). При цьому один із транзисторів 2(3) відкривається першим і через обмотку 10 силового трансформатора та обмотку 11 зворотного зв'язку по струму протікає струм. Протікання струму через обмотку 10 призводить до появи ЕРС на обмотці 29 зворотного зв'язку по напрузі. Ця напруга через резистор 39 та стабілізатор струму 30 прикладається до паралельно ввімкнених обмотки 32 трансформатора управління та дроселя насичення 33. Змінна напруга, яка з'являється на вході випрямного моста 31, випрямляється і через резистор 35 подається на стабістор 36. Опорна напруга знімається із анода стабістора 36 і подається на базу транзистора 34, між емітером якого і анодом випрямного моста ввімкнено струмозадаючий резистор 38. Конденсатор 37, крім згладжування напруги на виході випрямного моста 31 прискорює процес відкривання його діодів, що забезпечує форсований режим перемагнічування дроселя насичення 33. А це в свою чергу прискорює комутаційні процеси в силових транзисторах, зменшує їх залежність від навантаження, що призводить до покращення стабільності частоти генерації. При цьому відбувається перемагнічування дроселя 33 в режимі джерела струму по повній петлі гістерезису. Швидкість перемагнічування дроселя насичення 33 обмежена падінням напруги на діоді 16(17) та транзисторі 2(3). При насиченні дроселя 33 його опір різко зменшується, що призводить до режиму, який еквівалентний короткому замиканню в колі обмот-

ки 32 трансформатора управління. При цьому швидкість перемагнічування осердя трансформатора управління різко сповільнюється, викликаючи в його обмотках ефект, що відповідає ефекту насичення і забезпечує комутацію транзисторів 2, 3 перетворювача. Зворотний зв'язок по струму підтримує постійним коефіцієнт підсилення транзисторів у всьому діапазоні зміни струму навантаження. Для форсованого закривання транзисторів 2, 3 служать конденсатори 18, 19. Наявність шунтуючого резистора 39 зумовлена необхідністю надійного запуску схеми автогенератора в широкому діапазоні зміни вхідної напруги. Опір резистора 39 обирається з умови протікання через нього струму приблизно на два порядки меншого, ніж протікає через стабілізатор струму 30.

Таким чином, досягнуто підвищення к. к. д. імпульсного перетворювача постійної напруги за рахунок зменшення на порядок активних втрат в колі додатного зворотного зв'язку по напрузі та зменшення динамічних втрат в силових транзисторах, а також стабільності частоти генерації перетворювача в усьому діапазоні зміни навантаження.

Можливе й інше виконання стабілізатора струму - наприклад, на польовому транзисторі, а самого двотактного автогенератора - за схемою із середньою точкою, коли кожен із транзисторів має свою обмотку зворотного зв'язку по струму та спільний діод в базових колах, який катодом приєднаний до баз транзисторів через базові обмотки трансформатора управління.



Фіг.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 35 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22